

明細書

内接歯車式ポンプ及びそのポンプのインナーロータ

技術分野

[0001] この発明は、歯形に工夫を凝らした内接歯車式ポンプのインナーロータと、そのインナーロータをアウターロータと組み合わせて構成される内接歯車式ポンプに関する。*

背景技術

[0002] 内接歯車式ポンプの従来例として、例えば、下記特許文献1、2に示されるようなものがある。

特許文献1:実公平6-39109号公報

特許文献2:特開平11-811935号公報

[0003] 特許文献1の内接歯車式ポンプは、基礎円径A、転円径B、軌跡円径C、偏心量eの諸元に基づいて創成されるトロコイド形内接歯車ロータを採用している。

[0004] また、特許文献2の内接歯車式ポンプは、歯先がエピサイクロイド曲線、歯溝がハイポサイクロイド曲線のインナーロータと、歯先がハイポサイクロイド曲線、歯溝がエピサイクロイド曲線のアウターロータを組み合わせている。

発明の開示

発明が解決しようとする課題

[0005] 上記特許文献1の内接歯車式ポンプは、インナーロータ歯先径が、インナーロータの歯数と、設計上の偏心量(インナーロータ中心とアウターロータ中心の偏心量)e、基礎円径A、転円形B、軌跡円形Cによって決まるため、逆に、インナーロータ歯先径を固定して偏心量を決めようすると、偏心量eの設定に自由度がなく、吐出量を大きくすることができなかった。理論吐出量は偏心量eが大きくなるにつれて大きくできるため、吐出量を増やすには偏心量の設定に自由度を与える必要がある。

[0006] 上記特許文献2の内接歯車式ポンプも、基礎円に外接して基礎円上を滑らずに転がる転円と、基礎円に内接して基礎円上を滑らずに転がる転円とで歯先と歯底を創成しているので前者と同様に偏心量eの設定に自由度がなく、吐出量を大きくするこ

とができないと言う問題を有している。

[0007] この発明は、内接歯車式ポンプのロータの偏心量eの設定に自由度を与えて吐出量を大きくしうるようにすることを課題としている。

課題を解決するための手段

[0008] 上記の課題を解決するため、この発明においては、歯底部がハイポサイクロイド曲線で、アウターロータとの噛合部がインボリュート曲線で、歯先部が任意の曲線で各自形成された歯を有する内接歯車式ポンプのインナーロータを提供する。

ここで、噛合部とは、アウターロータとインナーロータを設計上の偏心位置で回転させたときに、アウターロータとインナーロータが噛み合う範囲のことを云う。

[0009] また、そのインナーロータと、このインナーロータの中心をアウターロータの中心周りに直径($2e+t$)の円を描いて公転させ、インナーロータ中心がその円を1周公転する間にインナーロータを $1/n$ 回自転させ、こうして作られるインナーロータの歯形曲線群の包絡線を歯形にしたアウターロータとを組み合わせて構成される内接歯車式ポンプを提供する。e:インナーロータの中心とアウターロータの中心の偏心量、t:アウターロータとそれに押し付けたインナーロータ間の最大隙間、n:インナーロータの歯数である。

[0010] 上記のインナーロータは、歯底部を形成するハイポサイクロイド曲線の基礎円の直径が噛合部を形成するインボリュート曲線の基礎円の直径よりも大きく、歯底部の前記ハイポサイクロイド曲線と噛合部の前記インボリュート曲線が前記ハイポサイクロイド曲線の基礎円の内側で互いにつながり、かつ、インナーロータ中心を中心とするつながり点を通る円のつながり点における接線とつながり点におけるインボリュート曲線の接線との傾き角が 85° よりも小さいものが好ましい。

[0011] また、歯先部の曲線は、円弧曲線や楕円の一部の曲線などでもよいが、エピサイクロイド曲線を用いると好ましい。

発明の効果

[0012] この発明のインナーロータは、歯底部と歯先部との間の噛合部をインボリュート曲線で構成している。インボリュート曲線は、トロコイド形内接歯車ロータやサイクロイド形内接歯車ロータと違って基礎円上を転円を転がらせてその転円の一点の軌跡で歯

形を創成するという概念がなく、偏心量 e との関連がない。そのために、インナーロータ中心とアウターロータ中心の偏心量 e の設定に自由度が生じ、偏心量 e を大きくしてポンプの吐出量を大きくすることが可能になる。

[0013] このインナーロータは、歯底部を形成するハイポサイクロイド曲線の基礎円の直径が噛合部を形成するインボリュート曲線の基礎円の直径よりも大きく、歯底部の前記ハイポサイクロイド曲線と噛合部の前記インボリュート曲線が前記ハイポサイクロイド曲線の基礎円の内側で互いにつながり、インナーロータ中心を中心とするつながり点を通る円のつながり点における接線とつながり点におけるインボリュート曲線の接線の傾き角が85°よりも小さい設計にすると、アウターロータとの噛み合いが良好になされ、ロータが滑らかに回転する。

[0014] さらに、歯先部をエピサイクロイド曲線で形成したものは、ポンプの閉じ込み部の隙間が小さく抑えられてポンプの容積効率が向上する。エピサイクロイド曲線の歯先は噛合部のインボリュート曲線に滑らかにつなぐことができ、歯面の加工の容易化やポンプの騒音低減等の面でも有利な曲線と言える。

[0015] なお、このインナーロータと組み合わせるこの発明のポンプのアウターロータは、内接歯車ロータの円滑な回転のために、インナーロータの中心をアウターロータの中心周りに直径 $(2e+t)$ の円を描いて公転させ、インナーロータ中心がその円を1周公転する間にインナーロータを $1/n$ 回自転させできるインナーロータ歯形曲線群の包絡線で形成される歯形を採用する。

図面の簡単な説明

[0016] [図1]この発明のインナーロータの歯形の一部を拡大して示す図
[図2]この発明のポンプの内接歯車ロータの一例を示す図
[図3]この発明のポンプの内接歯車ロータの他の例を示す図
[図4]インナーロータを自転させながら公転させたときの歯形変位を示す図
[図5]従来ポンプの内接歯車ロータの一例を示す図
[図6]ロータ回転数と吐出量の関係の比較試験結果を示す図

符号の説明

[0017] 1 インナーロータ

- 2 齒先
- 3 噙合部
- 4 齒底
- 5 転円
- 6 ハイポサイクロイド曲線の基礎円
- 7 インボリュート曲線の基礎円
- 8 アウターロータ

発明を実施するための最良の形態

[0018] 図1に、この発明のインナーロータの実施形態の要部を拡大して示す。図中1はインナーロータ、2はこのインナーロータの歯先、3はアウターロータとの噛合部、4は歯底である。

[0019] 歯底4はハイポサイクロイド曲線で、噛合部3はインボリュート曲線で各々形成している。また、歯先2は円弧曲線であるが、橢円の一部の曲線や図1に一点鎖線で示すエピサイクロイド曲線を用いてもよい。

[0020] 歯底4のハイポサイクロイド曲線は、直径dの転円5が直径D1の基礎円6に内接して滑らずに転がり、そのときの転円5の円周上的一点の軌跡で形成されている。噛合部3のインボリュート曲線の基礎円(ピッチ円)7の直径Dは、ハイポサイクロイド曲線の基礎円6の直径D1よりも小さい。基礎円6、7は同一位置に中心をもつ円である。

[0021] 図示の歯形は、歯先2の高さ、歯底4の深さをそれぞれ歯丈の約1/3弱にし、残りの1/3強の領域を噛合部3となしているが、噛合部3の形成領域(歯丈方向の寸法)は必要に応じて増減することができる。

[0022] この歯形は、噛合部3の面の位置(インボリュート曲線の位置)を先ず設定し、そのインボリュート曲線に対して歯底4のハイポサイクロイド曲線が好ましい傾き角 α をもつてつながるように(そのつながり点をQとする)ハイポサイクロイド曲線の基礎円6の直径D1と転円5の直径dを決定して創成する。

[0023] ここで言う傾き角 α は、基礎円6、7の中心(図示せず)とつながり点Qとを通る半径方向の線Lと直角な線(これはつながり点Qを通るインナーロータ中心を中心とする円のつながり点Qにおける接線)を基準(0°)にした傾き角である。一般に内接歯車式

ポンプのインナーロータの歯は4枚から15枚のものが使用されており、この傾き角 α は、85°よりも小さくするのがよい。また、この傾き角 α の下限は65°程度が好ましい。吐出量を大きくするためには、インナーロータの歯数は4枚から12枚程度が好ましく、このときの傾き角 α は80°以下、70°以上が好ましい。

- [0024] なお、インナーロータ1の直徑、歯數、歯丈、歯間ピッチ、噛合部3のインボリュート曲線の位置及びQ点における曲線の傾き角 α が決まれば、歯底4を形成するハイポサイクロイド曲線の基礎円6の直徑D1と転円5の直徑dの適切な大きさが求まる。
- [0025] 歯先2の曲線は、図1に一点鎖線で示すエピサイクロイド曲線が噛合部3のインボリュート曲線とのつながりが滑らかになって好ましい。歯先2の曲線が噛合部3のインボリュート曲線に滑らかにつながると歯面の加工がし易くなる。また、アウターロータの歯との間に形成されるポンプの閉じ込み部の隙間も小さくなり、ポンプの容積効率も向上する。
- [0026] 図2、図3にこの発明のインナーロータ1を採用した内接歯車ロータの一例を示す。図中8はアウターロータである。図2は、ロータ間隙間(インナーロータ1とアウターロータ8間の隙間)が0になる位置をインナーロータ1の歯底とアウターロータ8の歯先との間に設定する例を、また、図3はロータ間隙間が0になる位置をインナーロータ1の歯先とアウターロータ8の歯底との間に設定する例をそれぞれ示している。
- [0027] アウターロータ8は、以下の方法で形成した歯形を有する。
- [0028] 図4に示すように、インナーロータ1の中心O_iをアウターロータ8の中心O_o周りに直径(2e+t)の円Sを描いて公転させる。tはアウターロータ8とそのアウターロータ8に押し付けたインナーロータ1との間にできる最大隙間とする。
- [0029] また、インナーロータ1の中心O_iが円Sを1周する間にインナーロータ1を1/n回自転させる。図4の一点鎖線は、インナーロータ1の中心O_iがアウターロータ8の中心O_o周りに角度θ公転してO_{i'}点に移り、この間にインナーロータ1がθ/n自転した位置でのインナーロータの歯形曲線を示している。この歯形曲線は、インナーロータの自転を伴う公転の各位置に表れ、この歯形曲線群の包絡線をアウターロータ8の歯形となしている。
- [0030] なお、シミュレーションによる噛み合わせ回転試験でインナーロータとアウターロー

タの干渉が起こらないかを確認し、必要があればアウターロータ8の歯形に修正を加えて修正後の歯形をもつアウターロータを量産する。

- [0031] 上述したアウターロータ8と歯形が3種の曲線で構成されるインナーロータ1を組合させ、これを、吸入口と吐出口を有するポンプケース(図示せず)に収納してこの発明の内接歯車式ポンプとなす。
- [0032] 図2、図3の歯形を有する内接歯車式ポンプ(発明品)と、前述の特許文献1の歯形を有する従来の内接歯車式ポンプ(比較品)の性能比較試験結果を以下に記す。
- [0033] 発明品と比較品の諸元は以下の通りである。
- [0034]
 - ・発明品
 - 歯数:インナーロータ9／アウターロータ10
 - 寸法:外径 ϕ 94. 0mm × 厚み10. 8mm
 - 偏心量e:4. 2mm
 - ・比較品
 - 歯数:インナーロータ9／アウターロータ10
 - 寸法:外径 ϕ 94. 0mm × 厚み10. 8mm
 - 偏心量e:3. 735mm
- 油温:80°C、吐出圧力:0. 50MPaの試験条件でのロータ回転数と吐出量の関係を図6に示す。
- [0035] この試験結果から分かるように、この発明のインナーロータを採用すれば、インナーロータ1とアウターロータ8の偏心量eを従来品よりも大きくしてロータ外径とロータ厚みを変えずにポンプの吐出量を増加させることができる。

請求の範囲

[1] 歯底部がハイポサイクロイド曲線で、アウターロータとの噛合部がインボリュート曲線で、歯先部が任意の曲線で各々形成された歯を有する内接歯車式ポンプのインナーロータ。

[2] 前記ハイポサイクロイド曲線の基礎円の直径が前記インボリュート曲線の基礎円の直径よりも大きく、歯底部の前記ハイポサイクロイド曲線と噛合部の前記インボリュート曲線が前記ハイポサイクロイド曲線の基礎円の内側で互いにつながり、かつ、インナーロータ中心を中心とするつながり点を通る円のつながり点における接線とつながり点におけるインボリュート曲線の接線との傾き角が 85° よりも小さいことを特徴とする請求項1に記載の内接歯車式ポンプのインナーロータ。

[3] 歯先部の曲線がエピサイクロイド曲線であることを特徴とする請求項1または2に記載の内接歯車式ポンプのインナーロータ。

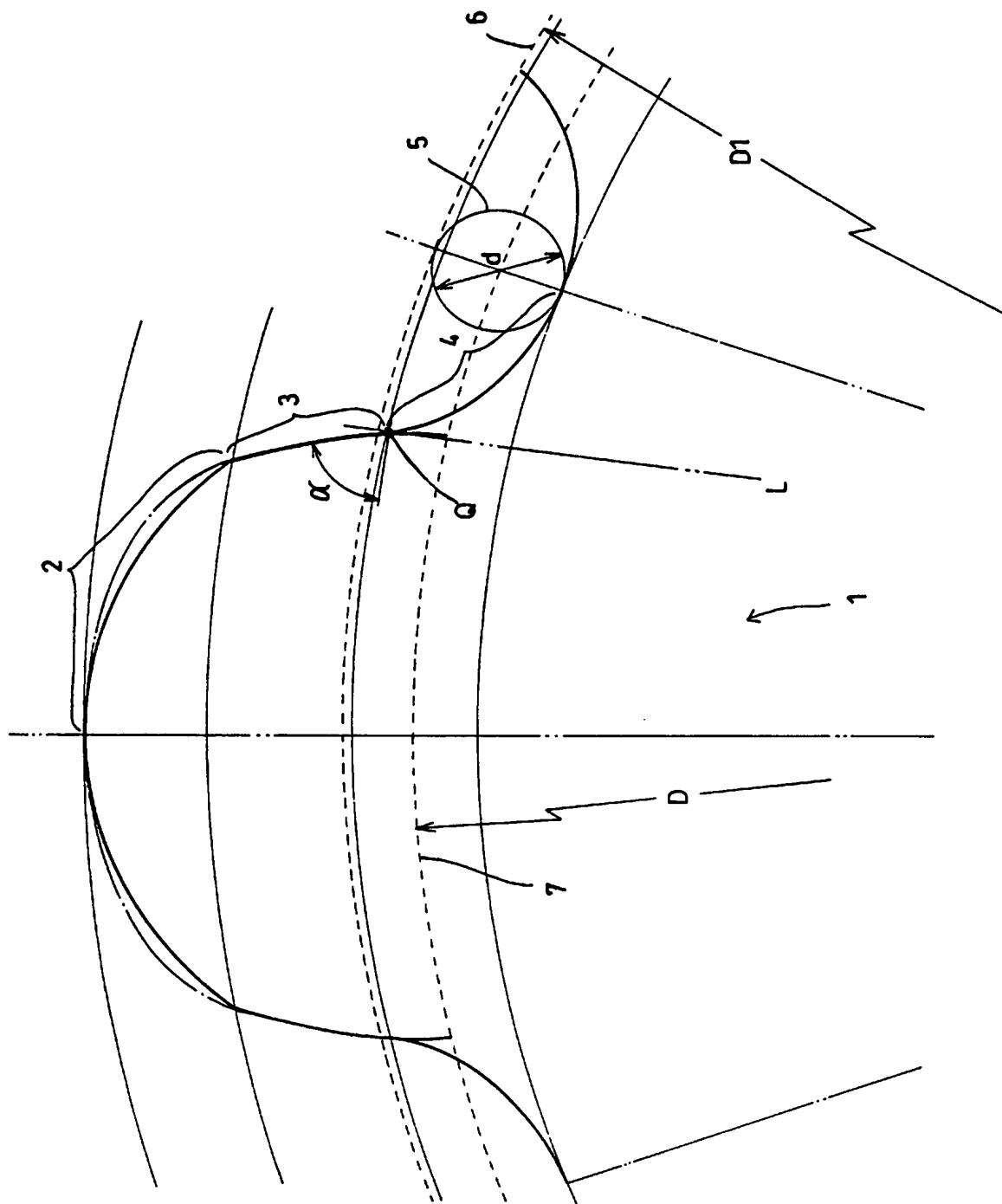
[4] 請求項1乃至3のいずれかに記載のインナーロータと、このインナーロータの中心をアウターロータの中心周りに直径 $(2e+t)$ の円を描いて公転させ、インナーロータ中心がその円を1周公転する間にインナーロータを $1/n$ 回自転させ、こうして作られるインナーロータの歯形曲線群の包絡線を歯形にしたアウターロータとを組み合わせて構成される内接歯車式ポンプ。

ここに、e:インナーロータの中心とアウターロータの中心の偏心量

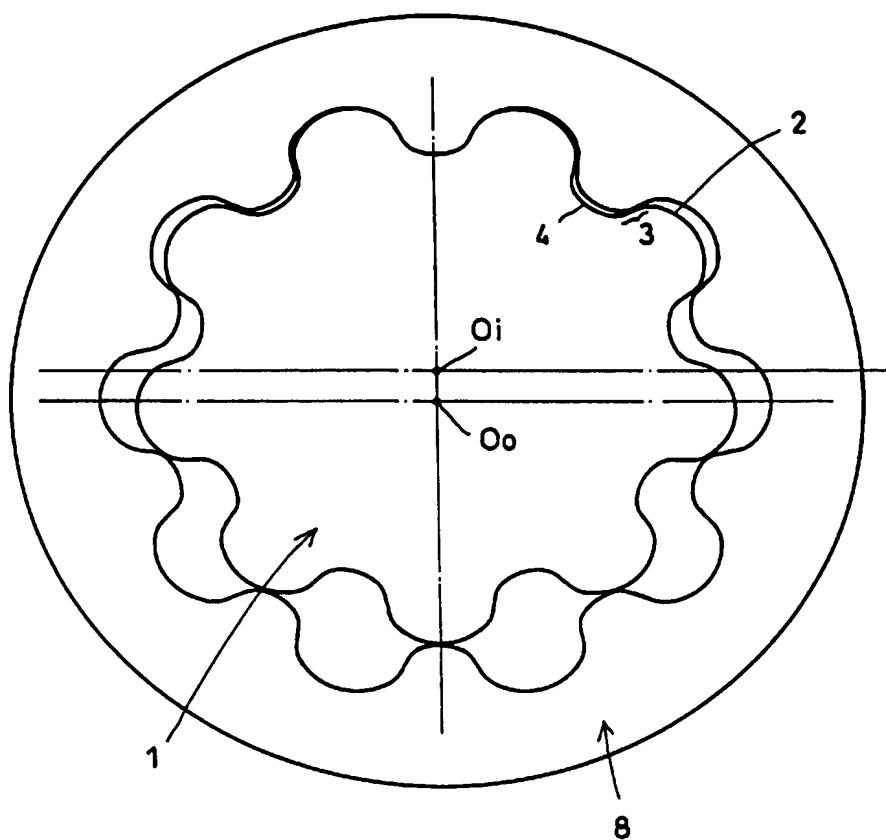
t:アウターロータとそれに押し付けたインナーロータ間の最大隙間

n:インナーロータの歯数

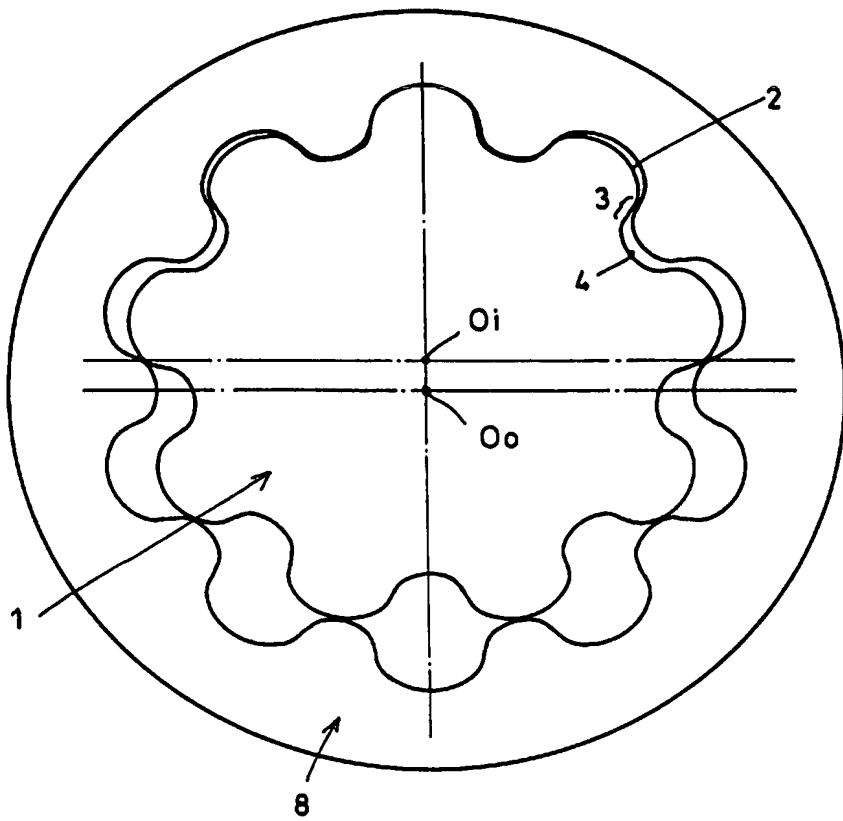
[図1]



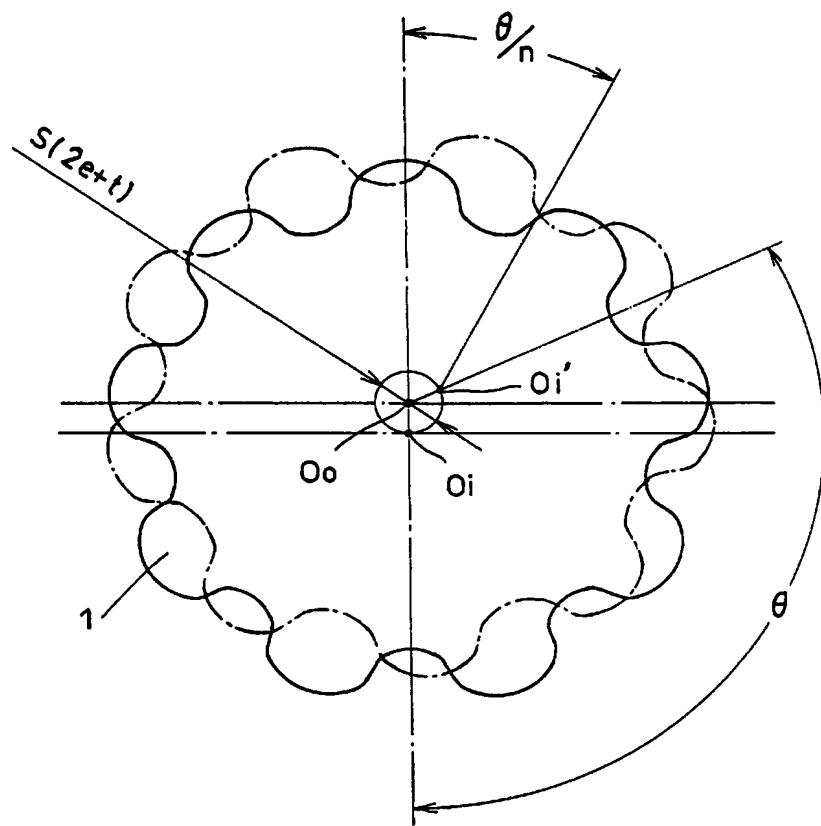
[図2]



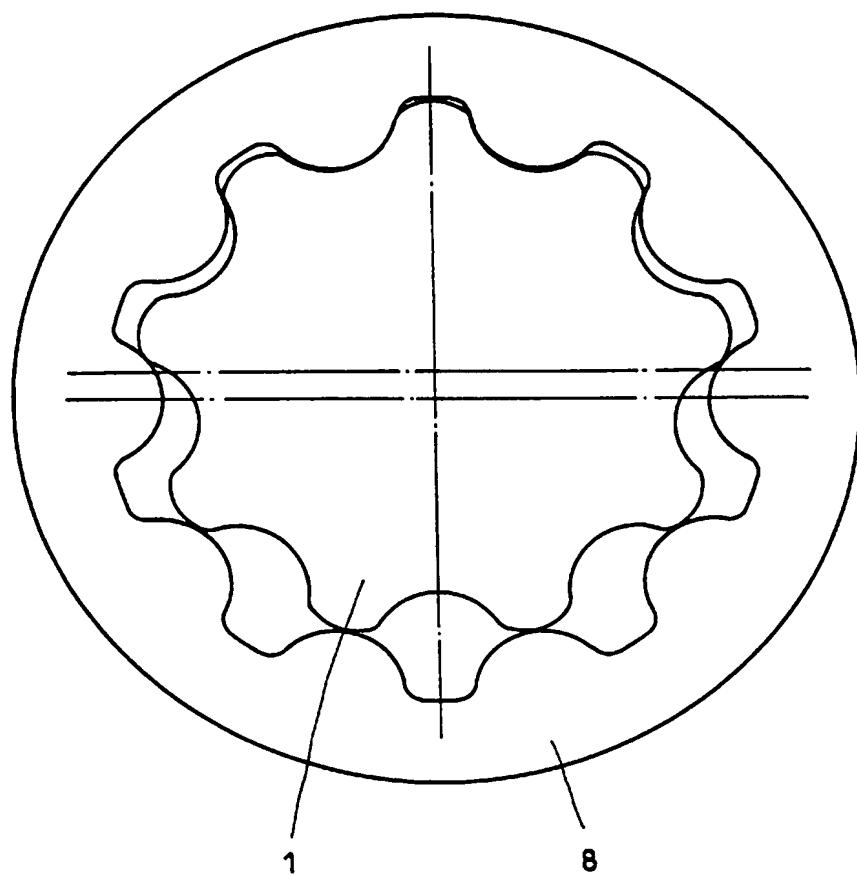
[図3]



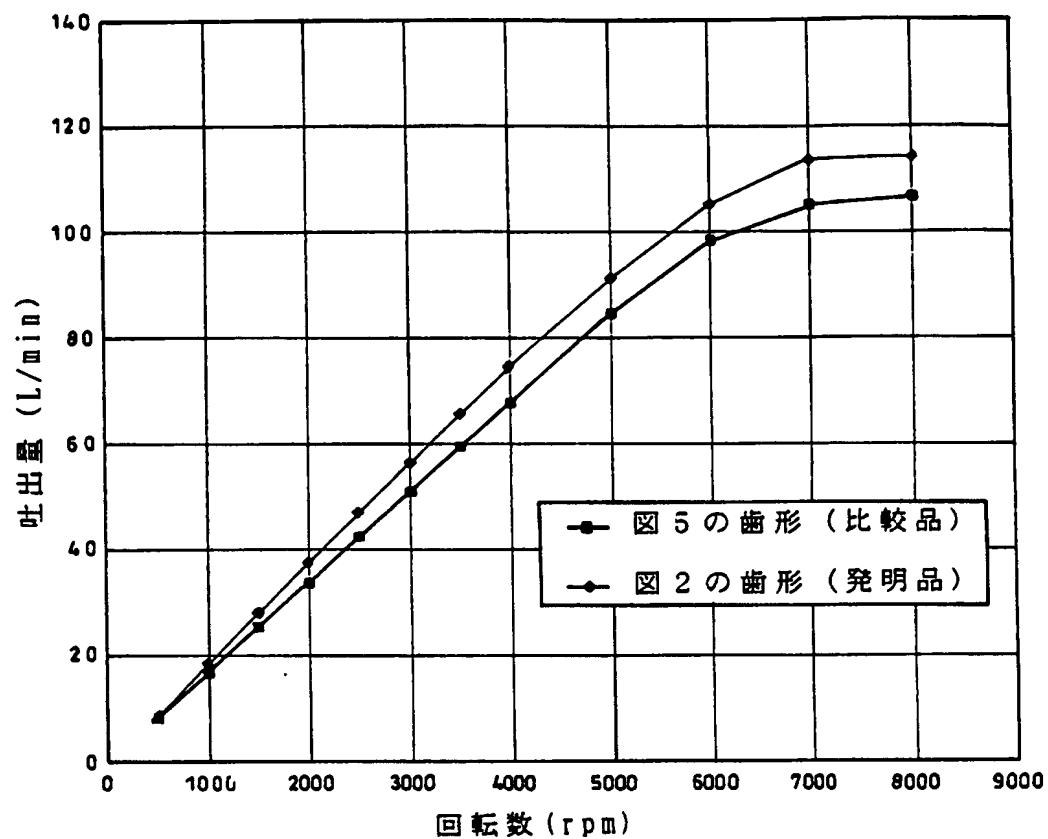
[図4]



[図5]



[図6]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2004/009635

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER
Int.C1' F04C2/10

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

Int.C1' F04C2/10

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Jitsuyo Shinan Koho 1922-1996 Jitsuyo Shinan Tōroku Koho 1996-2004
Kokai Jitsuvō Shinan Koho 1971-2004 Tōroku Jitsuvō Shinan Koho 1994-2004

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages		Relevant to claim No.
X	US 2003/0072665 A1 (GKN SINTER METALS GmbH.),		1, 2
Y	17 April, 2003 (17.04.03),		3
	Par. Nos. [0050] to [0057]; Figs. 3 to 5		
Y	WO 1999/011935 A1 (Sumitomo Electric		3
A	Industries, Ltd.),		1, 2, 4
	11 March, 1999 (11.03.99),		
	Full text; Fig. 1		

Further documents are listed in the continuation of Box C.

See patent family annex.

*** Special categories of cited documents:**

"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance

"E" earlier application or patent but published on or after the international filing date

"L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)

"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means
"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

the priority date claimed

"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention

"X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone

"Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art

"&" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search 05 November, 2004 (05.11.04)	Date of mailing of the international search report 22 November, 2004 (22.11.04)
Name and mailing address of the ISA/ Japanese Patent Office	Authorized officer
Facsimile No.	Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT
Information on patent family members

International application No.
PCT/JP2004/009635

US 2003/0072665 A1	2003.04.17	TW 000479111 B DE 010010170 A WO 001066949 A1 CA 002401430 A DE 010010680 A WO 001066976 A1 CA 002401806 A AU 003546501 A EP 001261806 A EP 001261815 A BR 000108961 A CN 001411540 T BR 000108915 A JP 15-526050 A JP 15-526061 A
--------------------	------------	--

WO 1999-11935 A1	1999.03.11	(Family: none)
------------------	------------	----------------

A. 発明の属する分野の分類(国際特許分類(IPC))

Int. C1' F04C2/10

B. 調査を行った分野

調査を行った最小限資料(国際特許分類(IPC))

Int. C1' F04C2/10

最小限資料以外の資料で調査を行った分野に含まれるもの

日本国実用新案公報	1922-1996年
日本国公開実用新案公報	1971-2004年
日本国実用新案登録公報	1996-2004年
日本国登録実用新案公報	1994-2004年

国際調査で使用した電子データベース(データベースの名称、調査に使用した用語)

C. 関連すると認められる文献

引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求の範囲の番号
X	US 2003/0072665 A1 (GKN SINTER METALS Gmb H) 2003. 04. 17, 第0050-0057欄, 第3-5図	1, 2
Y		3
Y	WO 1999/011935 A1 (住友電気工業株式会社) 1- 999. 03. 11, 全文, 第1図	3
A		1, 2, 4

 C欄の続きにも文献が列挙されている。 パテントファミリーに関する別紙を参照。

※ 引用文献のカテゴリー

- 「A」特に関連のある文献ではなく、一般的技術水準を示すもの
- 「E」国際出願日前の出願または特許であるが、国際出願日以後に公表されたもの
- 「L」優先権主張に疑義を提起する文献又は他の文献の発行日若しくは他の特別な理由を確立するために引用する文献(理由を付す)
- 「O」口頭による開示、使用、展示等に言及する文献
- 「P」国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願

の日の後に公表された文献

- 「T」国際出願日又は優先日後に公表された文献であって出願と矛盾するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの
- 「X」特に関連のある文献であって、当該文献のみで発明の新規性又は進歩性がないと考えられるもの
- 「Y」特に関連のある文献であって、当該文献と他の1以上の文献との、当業者にとって自明である組合せによって進歩性がないと考えられるもの
- 「&」同一パテントファミリー文献

国際調査を完了した日

05. 11. 2004

国際調査報告の発送日

22.11.2004

国際調査機関の名称及びあて先

日本国特許庁 (ISA/JP)

郵便番号 100-8915

東京都千代田区霞が関三丁目4番3号

特許庁審査官(権限のある職員)

竹之内秀明

3 T 8307

電話番号 03-3581-1101 内線 3393

US 2003/0072665 A1	2003.04.17	TW 000479111 B DE 010010170 A WO 001066949 A1 CA 002401430 A DE 010010680 A WO 001066976 A1 CA 002401806 A AU 003546501 A EP 001261806 A EP 001261815 A BR 000108961 A CN 001411540 T BR 000108915 A JP 15-526050 A JP 15-526061 A
WO 1999-11935 A1	1999.03.11	ファミリーなし

補正書の請求の範囲

[2005年1月20日（20. 01. 05）国際事務局受理：出願当初の請求の範囲1は
補正された；他の請求の範囲は変更なし。（1頁）]

請求の範囲

- [1] （補正後）インナーロータとそのインナーロータよりも歯数が一枚多いアウターロータから成る内接歯車式ポンプのインナーロータにおいて、歯底部がハイポサイクロイド曲線で、アウターロータとの噛合部がインボリュート曲線で、歯先部が任意の曲線で各々形成された歯を有するインナーロータ。
- [2] 前記ハイポサイクロイド曲線の基礎円の直径が前記インボリュート曲線の基礎円の直径よりも大きく、歯底部の前記ハイポサイクロイド曲線と噛合部の前記インボリュート曲線が前記ハイポサイクロイド曲線の基礎円の内側で互いにつながり、かつ、インナーロータ中心を中心とするつながり点を通る円のつながり点における接線とつながり点におけるインボリュート曲線の接線との傾き角が 85° よりも小さいことを特徴とする請求項1に記載の内接歯車式ポンプのインナーロータ。
- [3] 歯先部の曲線がエピサイクロイド曲線であることを特徴とする請求項1または2に記載の内接歯車式ポンプのインナーロータ。
- [4] 請求項1乃至3のいずれかに記載のインナーロータと、このインナーロータの中心をアウターロータの中心周りに直径 $(2e+t)$ の円を描いて公転させ、インナーロータ中心がその円を1周公転する間にインナーロータを $1/n$ 回自転させ、こうして作られるインナーロータの歯形曲線群の包絡線を歯形にしたアウターロータとを組み合わせて構成される内接歯車式ポンプ。

ここに、e:インナーロータの中心とアウターロータの中心の偏心量

t:アウターロータとそれに押し付けたインナーロータ間の最大隙間

n:インナーロータの歯数

条約第19条(1)に基づく説明書

請求の範囲1、1行目の行頭に「インナーロータとそのインナーロータよりも歯数が一枚多いアウターロータから成る内接歯車式ポンプのインナーロータにおいて、」と加入する。

請求の範囲1、2行目に「有する内接歯車式ポンプ」とあるのを「有するインナーロータ。」に補正する。

請求の範囲2～4は補正をしていない。